


Dimensionamiento de generación eléctrica fotovoltaica para abastecer un sistema de iluminación

Dimensioning of photovoltaic power generation to supply a lighting system

Dimensionamento da geração de energia fotovoltaica para alimentar um sistema de iluminação

ARTÍCULO ORIGINAL



Ronny Joel Angulo Guerrero 
ronny.angulo@utelvt.edu.ec

Washington Junior González Santana 
washington.gonzalez.santana@utelvt.edu.ec

Centro de Innovación y Formación Técnica Ronny Angulo SAS. Esmeraldas, Ecuador

Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v7i17.105>

Artículo recibido 10 de octubre 2022 / Aceptado 7 de noviembre 2022 / Publicado 10 de enero 2023

RESUMEN

En este artículo se presenta un estudio sobre el dimensionamiento de la generación eléctrica fotovoltaica para abastecer un sistema de iluminación. Se analizan diferentes aspectos, como la ubicación geográfica, la demanda energética, el diseño del sistema fotovoltaico y los costos asociados. Se utiliza un enfoque metodológico que combina el cálculo de la radiación solar incidente, el rendimiento de los paneles solares, la eficiencia de los componentes y la estimación de la energía requerida para la iluminación. Los resultados obtenidos demuestran la viabilidad y eficiencia de la generación eléctrica fotovoltaica para abastecer sistemas de iluminación, brindando una alternativa sostenible y económica.

Palabras clave: Generación eléctrica fotovoltaica; Sistema de iluminación; Dimensionamiento; Radiación solar

ABSTRACT

This paper presents a study on the sizing of photovoltaic power generation to supply a lighting system. Different aspects are analyzed, such as geographical location, energy demand, PV system design and associated costs. A methodological approach is used that combines the calculation of the incident solar radiation, the performance of the solar panels, the efficiency of the components and the estimation of the energy required for lighting. The results obtained demonstrate the feasibility and efficiency of photovoltaic power generation to supply lighting systems, providing a sustainable and economical alternative.

Key words: Photovoltaic power generation; Lighting system; Dimensioning; Solar radiation

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo sobre o dimensionamento da geração de energia fotovoltaica para abastecer um sistema de iluminação. São analisados diferentes aspectos, como localização geográfica, demanda de energia, projeto do sistema fotovoltaico e custos associados. É usada uma abordagem metodológica que combina o cálculo da radiação solar incidente, o desempenho dos painéis solares, a eficiência dos componentes e a estimativa da energia necessária para a iluminação. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade e a eficiência da geração de energia fotovoltaica para abastecer sistemas de iluminação, oferecendo uma alternativa sustentável e econômica.

Palavras-chave: Geração de energia fotovoltaica; Sistema de iluminação; Dimensionamento; Radiação solar

INTRODUCCIÓN

En un contexto global marcado por la creciente preocupación sobre el cambio climático y la necesidad imperante de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, la búsqueda de fuentes de energía renovable se ha vuelto esencial. Entre estas, la generación eléctrica fotovoltaica destaca como una opción atractiva, aprovechando la radiación solar para convertirla en energía eléctrica. Este enfoque se revela como una solución prometedora para satisfacer la demanda de energía en diversas aplicaciones, especialmente en el ámbito de la iluminación (Angulo y Restrepo, 2022).

En este estudio, se dirigió la atención hacia la determinación de la capacidad necesaria de generación eléctrica fotovoltaica para

abastecer un sistema de iluminación, considerando variables fundamentales como la ubicación geográfica y la demanda energética. El dimensionamiento adecuado de este tipo de sistemas se erige como un proceso crucial para asegurar un suministro de energía sostenible y eficiente.

La energía fotovoltaica, al utilizar la radiación solar para generar electricidad, se presenta como una fuente limpia y renovable con creciente aplicación en sistemas de iluminación. Resolver la problemática planteada no solo implica alinearse con las tendencias globales hacia la adopción de energías limpias, sino que también contribuye directamente al mejoramiento de los niveles de desarrollo económico y social del país (Angulo et al., 2022).

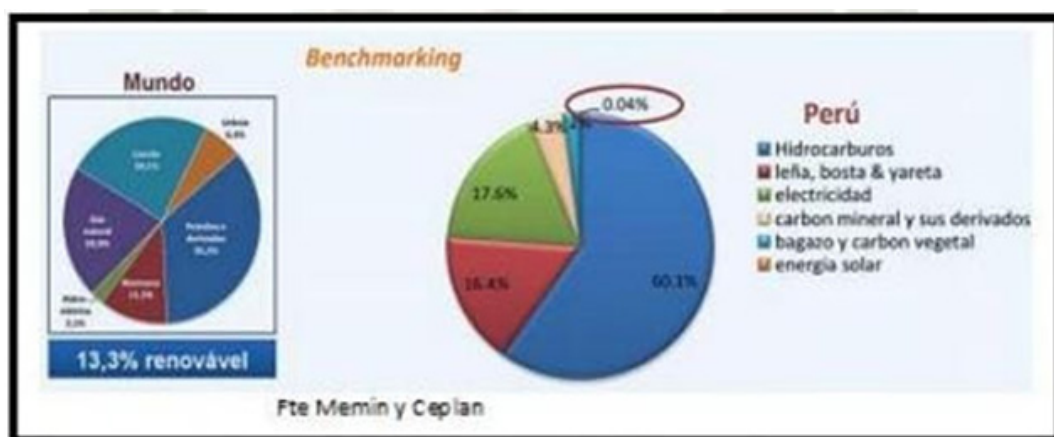


Figura 1. La producción mundial de energía fotovoltaica. (Fuente: <https://www.minem.gob.pe>).

Este proyecto se justifica plenamente, ya que el dimensionamiento adecuado engloba la determinación precisa de la cantidad de paneles solares fotovoltaicos necesarios, junto con otros componentes del sistema, para satisfacer la demanda energética del sistema de iluminación.

Factores cruciales durante este proceso incluyen el consumo energético, la radiación solar disponible en la ubicación de instalación, la eficiencia del sistema y la necesidad de almacenamiento de energía (Barrera, 2021).

En este contexto, es imperativo considerar las políticas y regulaciones nacionales que fomentan el uso de energías limpias. Ecuador, por ejemplo, ha implementado la regulación ARCERNR 001/2021, orientada a regular el autoabastecimiento a partir de fuentes renovables de energía (RESOLUCIÓN Nro. ARCERNR, 2021). Estas iniciativas se alinean con estrategias que buscan promover el bienestar social y contribuir activamente a la preservación del medio ambiente. El presente trabajo aborda, por lo tanto, una temática de relevancia no solo técnica, sino también socioeconómica y ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio adoptó un enfoque deductivo de tipo aplicada con una orientación cuantitativa para abordar el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico destinado a la iluminación, considerando las condiciones climáticas, la demanda eléctrica y otros factores determinantes. A continuación, se detallan los pasos metodológicos seguidos:

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura existente relacionada con el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos, centrándose en estudios previos y metodologías aplicadas por Angulo y Restrepo (2022) y Acosta (2020). Esta revisión permitió establecer las bases teóricas necesarias para el desarrollo del estudio.

Se recopilaron datos climáticos sobre la radiación solar incidente en la ubicación

geográfica seleccionada. Estos datos se obtuvieron de fuentes confiables y registros históricos para asegurar la precisión y representatividad del recurso solar disponible. Se realizó un análisis de carga para determinar la demanda eléctrica esperada del sistema de iluminación. Este análisis consideró los requisitos específicos de iluminación, así como la duración de funcionamiento del sistema, utilizando la metodología propuesta por Angulo y Restrepo (2022).

Con base en los datos recopilados y el análisis de carga, se procedió al diseño del sistema fotovoltaico. Se seleccionaron los paneles solares adecuados y se consideraron factores como la eficiencia de los paneles solares, las pérdidas por sombreado y las características del inversor, en línea con la metodología propuesta por Cornejo, y de Vera Quintero, (2022). Se estimó la energía requerida para la iluminación, considerando la eficiencia de las luminarias y las pérdidas del sistema, según la metodología propuesta por Acosta (2020). Se procedió al dimensionamiento del sistema fotovoltaico, determinando la capacidad de generación necesaria y el número de paneles solares requeridos. Este paso se basó en el análisis de carga y en los datos climáticos recopilados. Se llevó a cabo un análisis económico completo, evaluando los costos de instalación, mantenimiento y vida útil del sistema fotovoltaico. Este análisis se basó en los costos unitarios asociados a los componentes del sistema y consideró las proyecciones a largo plazo.

En cada etapa del proceso, se buscó integrar las mejores prácticas y lecciones aprendidas de estudios previos para garantizar la robustez y la aplicabilidad de los resultados obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que el dimensionamiento adecuado de la generación eléctrica fotovoltaica permite abastecer de

manera eficiente un sistema de iluminación. La capacidad necesaria de generación eléctrica varía en función de la ubicación geográfica, la demanda energética y la eficiencia del sistema (Cáceres 2019). Los paneles solares pueden ser instalados en techos, estructuras de soporte o terrenos cercanos, maximizando la captación de radiación solar (Figura 2).

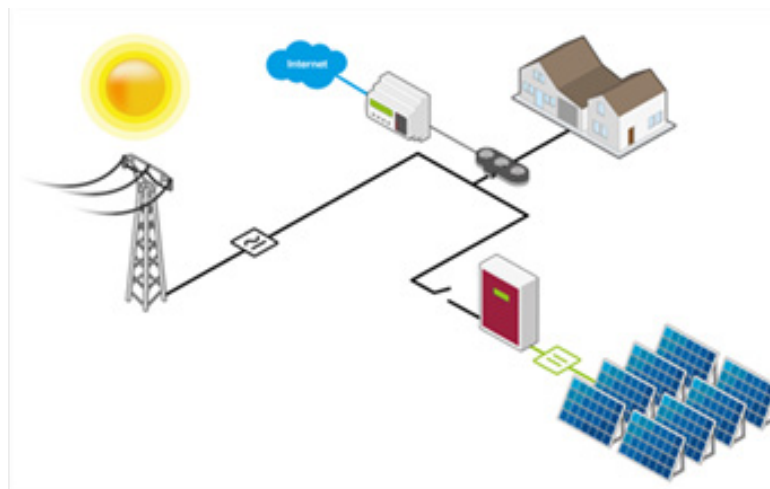


Figura 2. Micro Red Fotovoltaica Aplicada al Consumo Eléctrico.

Las micro redes han ganado importancia en esta última década, el sistema eléctrico se compone por diferentes fuentes de generación de energía, operando de manera distribuida, además que este tipo de generación se adapta la posibilidad de almacenar energía eléctrica (Domínguez y Salvatierra, 2016).

Recientes investigaciones manifiestan que; las micro redes han recibido una gran atención en todo el mundo debido al advenimiento de las energías renovables no convencionales, los avances en la gestión de la energía, la calidad de

la energía y los sistemas energéticos (Navarro, 2020). Además, generalmente las fuentes de energía renovables se caracterizan por tener un mayor modularidad, portabilidad y un menor impacto ambiental respecto a las fuentes de energía convencionales.

En la Figura 3 se observa que los sistemas fotovoltaicos diseñados correctamente pueden cubrir la demanda energética del sistema de iluminación, proporcionando una fuente de energía limpia y renovable.

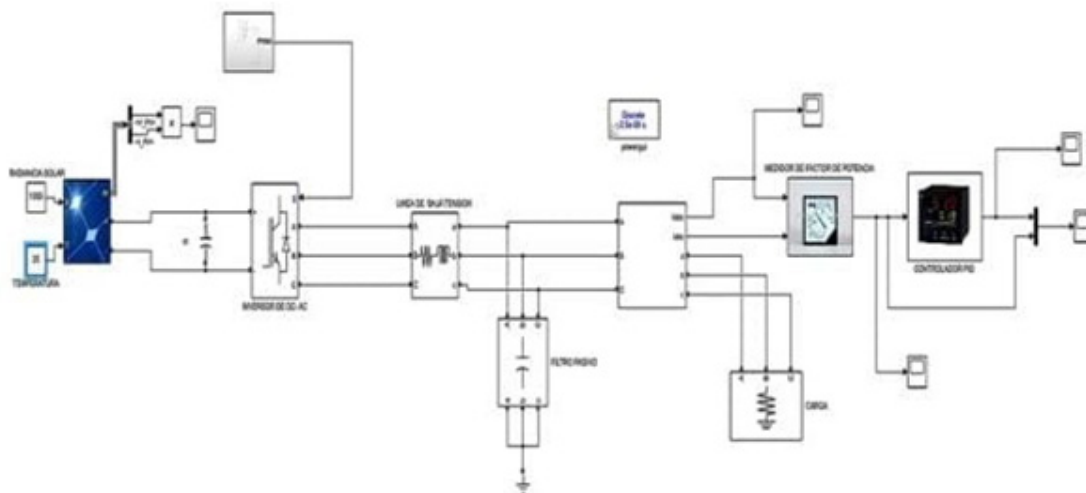


Figura 3. Diagrama del sistema.

Discusión

La generación eléctrica fotovoltaica aplicada a sistemas de iluminación presenta una serie de beneficios destacados que contribuyen significativamente a la sostenibilidad ambiental y la autonomía energética. La Figura 4 ilustra claramente cómo esta tecnología puede desempeñar un papel crucial en la reducción de emisiones de carbono, lo que respalda la lucha contra el cambio climático y promueve un entorno más limpio y saludable. Además, la independencia energética se perfila como un resultado clave, disminuyendo la dependencia de fuentes convencionales y fomentando una transición hacia un suministro más sostenible.

No obstante, para aprovechar al máximo los beneficios de la generación eléctrica fotovoltaica, es imperativo abordar y entender ciertos desafíos inherentes a esta tecnología. La variabilidad de la radiación solar es uno de los aspectos críticos que afecta directamente a la eficiencia del sistema. La elección cuidadosa de la ubicación geográfica

emerge como una consideración esencial para mitigar esta variabilidad, maximizando así la captación de energía solar. La disponibilidad histórica de datos de radiación solar en la ubicación seleccionada desempeña un papel fundamental en la evaluación de la viabilidad del sistema.

El rendimiento de los paneles solares también influye en la eficiencia general del sistema. La continua innovación en tecnologías fotovoltaicas y la mejora de la eficiencia de los paneles son aspectos que deben seguirse de cerca para garantizar un rendimiento óptimo a lo largo del tiempo. Además, el diseño adecuado del sistema, considerando aspectos como la disposición de los paneles solares, la orientación y la inclinación óptima, se revela como una estrategia clave para maximizar la eficiencia del sistema.

La consideración de costos es otro aspecto esencial en la implementación de sistemas fotovoltaicos para iluminación. Aunque los costos de los paneles solares han disminuido en los últimos años, los aspectos asociados

con la instalación, el mantenimiento y el almacenamiento de energía deben manejarse de manera efectiva. El análisis económico integral, como el llevado a cabo en este estudio, resulta fundamental para comprender la viabilidad financiera y garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

La elección de la ubicación geográfica y el diseño óptimo del sistema no solo se vinculan con la eficiencia, sino también con la capacidad de expansión futura. La flexibilidad y escalabilidad del sistema son aspectos críticos, permitiendo adaptarse a las cambiantes necesidades de iluminación y a posibles incrementos en la demanda de energía.

Por lo tanto, la generación eléctrica fotovoltaica para sistemas de iluminación ofrece un potencial significativo para abordar desafíos ambientales y energéticos. Sin embargo, su implementación exitosa requiere una cuidadosa consideración de la ubicación geográfica, el diseño del sistema, el rendimiento de los paneles solares y los costos asociados, así como una planificación para futuras expansiones. En este sentido, el enfoque holístico adoptado en este estudio proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas en la implementación de sistemas fotovoltaicos para iluminación.

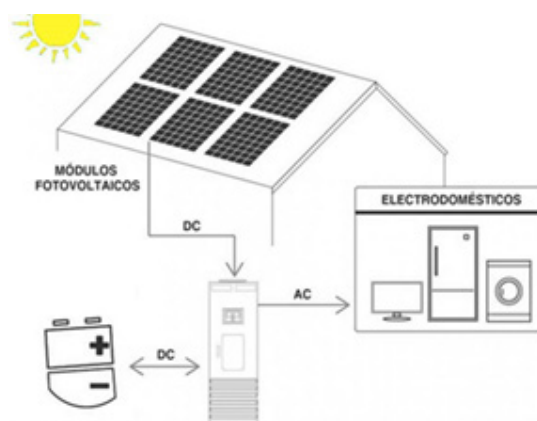


Figura 4. Generación eléctrica fotovoltaica. (Fuente: Jesnsys Energy Saving).

Funcionamiento de un Sistema Fotovoltaico

El análisis propuesto por Marrero Valdivia (2017) destaca la esencia del funcionamiento de un sistema fotovoltaico, poniendo de manifiesto la importancia de comprender la secuencia de transformaciones que convierten la radiación solar en energía eléctrica utilizable. Este proceso, fundamental para la generación de electricidad

a partir de fuentes renovables, involucra varias etapas clave.

El principio del efecto fotoeléctrico, como señalado por Asmel (2013) es la piedra angular de la operación de los paneles solares. La radiación solar incide sobre las células fotovoltaicas, generando electrones y produciendo una corriente continua (CC) que es una forma de

energía eléctrica. Esta etapa inicial demuestra la capacidad inherente de los paneles solares para convertir la energía solar en electricidad de manera directa y sostenible.

Sin embargo, la corriente continua generada por los paneles solares no es directamente utilizable para la mayoría de las aplicaciones domésticas, comerciales o industriales, que requieren corriente alterna (CA). Aquí es donde entra en juego el inversor, desempeñando un papel crucial en la funcionalidad del sistema fotovoltaico. Este dispositivo realiza la conversión de la corriente continua a alterna, haciéndola compatible con la infraestructura eléctrica convencional y permitiendo su integración eficiente en diferentes tipos de instalaciones.

La discusión resalta que, gracias al inversor, la electricidad generada por el sistema fotovoltaico puede ser utilizada en instalaciones de diversos ámbitos, como entornos domésticos, comerciales o industriales. Esto subraya la versatilidad de los sistemas fotovoltaicos y su capacidad para adaptarse a diferentes demandas energéticas.

La comprensión de este proceso no solo es técnica, sino que también tiene implicaciones significativas en términos de sostenibilidad y autonomía energética. La capacidad de convertir la radiación solar directamente en electricidad utilizable, seguida por la adaptabilidad del inversor, contribuye a la reducción de la dependencia de fuentes de energía convencionales, promoviendo así la independencia energética y mitigando el impacto ambiental.

A medida que se avanza hacia un futuro más sostenible, es vital seguir explorando mejoras en la eficiencia de los paneles solares y en la tecnología de inversores. Avances en estos campos pueden aumentar la eficiencia global de los sistemas fotovoltaicos, haciéndolos aún más atractivos y accesibles para una variedad de aplicaciones.

Para finalizar, el funcionamiento de un sistema fotovoltaico, como Marrero Valdivia (2017) destaca la sinergia entre los paneles solares y los inversores, resaltando su papel crucial en la generación y utilización efectiva de la energía solar. Esta comprensión es esencial para aprovechar plenamente el potencial de la energía solar y avanzar hacia un paradigma energético más sostenible.

CONCLUSIONES

En el marco de este estudio, la exploración de diversos aspectos relacionados con la generación eléctrica fotovoltaica para abastecer sistemas de iluminación ha revelado conclusiones sustanciales.

En cuanto al análisis de variables clave, como la radiación solar, la demanda energética y la eficiencia del sistema, demuestra de manera concluyente que el dimensionamiento adecuado de la generación eléctrica fotovoltaica es una solución viable y eficiente para sistemas de iluminación. Este enfoque permite determinar la capacidad necesaria de generación, garantizando así un suministro adecuado de energía. También se destaca la importancia de integrar tanto factores económicos como técnicos en

el proceso de dimensionamiento. La evaluación equilibrada de estos aspectos es esencial para garantizar la sostenibilidad financiera y operativa del sistema fotovoltaico a lo largo del tiempo.

En necesario realizar un análisis detallado de los costos y beneficios se evidencia como un componente crítico en la toma de decisiones informadas. Esto implica evaluar no solo los costos iniciales de instalación sino también los costos asociados al mantenimiento y vida útil del sistema, permitiendo una evaluación completa de su rentabilidad a largo plazo. En términos generales, la generación eléctrica fotovoltaica emerge como una alternativa sostenible y económica para el abastecimiento de sistemas de iluminación. Su capacidad para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aprovechar fuentes renovables resalta su contribución positiva al medio ambiente y su alineación con los objetivos de desarrollo sostenible.

A través de estudio se confirma que la implementación de sistemas fotovoltaicos para iluminación no solo es técnica y ambientalmente viable, sino también económicamente beneficioso. La integración de factores geográficos, de demanda, diseño y costos en el proceso de dimensionamiento garantiza la efectividad y sostenibilidad a largo plazo de estas soluciones, consolidando así su posición como una opción destacada en la búsqueda de soluciones energéticas eficientes y respetuosas con el medioambiente.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS

- Acosta, J. C. (2020). Los Paneles Fotovoltaicos como Alternativa de Generación de Electricidad En una Zona Residencial de Cartagena - Colombia. [Maestría en Ciencias Naturales y Matemática]. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/6324>
- Angulo Guerrero, R. J., Verá Lozano, C. J., Farfán Bone, J. M. ., Caicedo González, K. K., y Copete Torres , F. A. (2022). Diseño del sistema de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos para potenciar el funcionamiento de una bomba de succión de agua. *Revista Social Fronteriza*, 2(6), 30–49. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7259680>
- Angulo, R.y Restrepo, A. (2022). Control de factor de potencia en una red fotovoltaica en la Parroquia Vuelta Larga, Esmeraldas –Ecuador: *Revista Social Fronteriza*,2(2) 22-35. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6429664>
- Barrera, J. J. (2021). Propuesta de un plan de eficiencia energética en el hotel Chrisban Hotel Boutique. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/4612>
- Cáceres Chura, E. (2019). Estudio y Análisis de Armónicos en Rectificadores Estáticos de Potencia Eléctrica utilizando Series de Fourier, para la región de Puno. [Tesis]194. <https://n9.cl/y7bx3g>
- Calvache Bonifaz, E. A. (2019). Diseño y simulación del sistema de control para la operación de tres plantas de generación: hidroeléctrica, eólica y fotovoltaica. 158 hojas. Quito: EPN. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20246>
- Cordero Paredes, V. (2014). Simulación mediante Psim de algoritmos de seguimiento del punto de máxima potencia en sistemas fotovoltaicos. Grado en Ingeniería. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/12887>.

- Cornejo, N. A., Rabadán, A. D., y de Vera Quintero, Á. S. (2022). La Administración General del Estado, ejemplo de eficiencia energética. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, (134), 14-21. <https://n9.cl/m8j28>
- Domínguez Guamán, D. H., y Salvatierra Cáneppa, B. G. (2016). Análisis de calidad de energía eléctrica en sistemas fotovoltaicos conectados a la red (Bachelor's thesis). <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12710>
- Marrero Valdivia, A. (2017). Control de paneles solares fotovoltaicos. [Trabajo de grado]. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Departamento de Automática y Sistemas Computacionales. <https://n9.cl/4sixs>
- Navarro Chamorro, D. (2020). Gestión de energía para la microrred en Cuenca (Ecuador) usando control predictivo. (Trabajo Fin de Grado Inédito). Universidad de Sevilla, Sevilla. <https://idus.us.es/handle/11441/106370>
- RESOLUCIÓN Nro. ARCERNNR -001/2021. EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES – ARCERNNR. <https://n9.cl/xo7yj>